

# Guía de Ecodiseño Sector Metalmecánico





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Objetivo de la Guía de Ecodiseño para el Sector Metalmecánico

La evolución del mercado europeo y mundial así como la legislación medioambiental y demandas de Clientes finales (sobre todo y a tener en cuenta el Sector Automoción) muestra una clara tendencia a la integración del factor ambiental en las empresas del sector metalmecánico de Castilla y León.

Este factor ambiental ha ocasionado que una parte cada vez más importante de las empresas de la región opten por políticas medioambientales que las lleven a las certificaciones de sistema de gestión ambiental, auditorías de cumplimiento legislativo con carácter medioambiental, auditorías de eficiencia energética y otra serie de actuaciones encaminadas a la disminución de los impactos ambientales resultado de sus actuaciones industriales.

Esta integración del factor ambiental nos lleva hasta el Ecodiseño, concepto que engloba la introducción de criterios ambientales en el diseño de productos y/o en el diseño de procesos.

Con el ecodiseño toma importancia por tanto el enfoque en la mejora del Ciclo de Vida de un producto, como un paso más al enfoque en el propio proceso productivo. El Ciclo de Vida del Producto abarca todas las etapas del ciclo de la vida un producto, desde la extracción de los materiales que formarán los componentes del producto, pasando por la producción, la distribución y el uso del producto hasta el tratamiento o eliminación de dichos componentes una vez que el producto es desechado.

Este planteamiento es exportable a un proceso productivo o a una serie de procesos productivos de manera que se puede estudiar mediante análisis del ciclo de vida los impactos medioambientales ligados a las principales operaciones y actividades desarrolladas por un sector industrial.

Nuestro sector objeto de estudio es el Sector Metalmecánico en Castilla y León y dentro del sector metalmecánico podemos restringir el uso de esta guía y las conclusiones que aglutina en las empresas del sector metalmecánico que fabrican componentes para el sector automoción.

No era el objetivo de la Guía aglutinar recomendaciones encaminadas a este sector específico, sin embargo el perfil de las empresas que voluntariamente han participado en el desarrollo de esta metodología así lo ha establecido.

Conforme al planteamiento anterior se realizaron cinco análisis del ciclo de vida a las actividades industriales de cinco empresas que dentro del sector metalmecánico trabajan en las diferentes operaciones que caracterizan al sector automoción.



Se eligieron para la realización de los análisis del ciclo de vida cinco piezas u operaciones significativas dentro de la globalidad de sus actividades industriales y conforme a la sistemáticas de las Normas de la serie ISO 14040 sobre Gestión Medioambiental y Análisis del Ciclo de Vida y con la ayuda del software para la realización de ACV's (Análisis del Ciclo de Vida) denominado SimaPro se obtuvieron los resultados que nos han permitido elaborar la presente Guía.

Las actividades referidas son:

- ACV de la fabricación de discos de freno ventilados;
- ACV de operaciones de mecanizado de discos de freno ventilados;
- ACV de fabricación de conjuntos mecánicos-componentes brazo de suspensión;
- ACV de fabricación de conjuntos mecánicos - bisagras de puerta;
- ACV de tratamientos superficiales por cataforesis de piezas metálicas.

La utilización de la herramienta del Análisis del Ciclo de Vida ha permitido identificar los aspectos medioambientales que penalizan más, en cada caso, los impactos medioambientales tipificados en los métodos más reconocidos científicamente, en nuestro caso las categorías de impacto ambiental incluidas en el Eco-indicador 95:

- Calentamiento Global;
- Destrucción de la Capa de Ozono;
- Acidificación;
- Eutrofización;
- Toxicidad por Metales Pesados;
- Toxicidad Sustancias Cancerígenas;
- Smog Invernal;
- Smog Fotoquímico;
- Consumo de Recursos Energéticos;
- Generación de Residuos Sólidos.



No pretende esta guía establecer un método nuevo de Ecodiseño puesto que expertos mundiales han puesto en nuestras manos este conocimiento ("Manual Práctico de Ecodiseño-Operativa en siete pasos. IHOBE 2.001, "Manual para la Implantación de Ecodiseño en Centroamérica. Cegesti", etc..), sino incorporar a estas metodologías la información relevante que valore y priorice las ideas de mejora que surjan como resultado de un brainstorming en el diseño de un producto y/o proceso productivo.

Sobre los puntos 1. "Preparación de un Proyecto de Ecodiseño" y 2. "Aspectos Medioambientales" de la base de la metodología operativa de la implantación de Ecodiseño de IHOBE se insertarán los indicadores medioambientales obtenidos como resultado de los Análisis del Ciclo de Vida realizados en el marco del Proyecto ECODISEM que da origen a esta Guía.

## **2. PREPARACIÓN DE UN PROYECTO DE ECODISEÑO**

### **2.1. Composición del Equipo de Trabajo**

La primera fase en el desarrollo de un proyecto de Ecodiseño consiste en la formación de un equipo de trabajo. Las características básicas de este equipo de trabajo son:

- Equipo pequeño y organizado donde uno de los integrantes sea el encargado de dirigir las etapas del proyecto y servir de coordinador. Para esta responsabilidad es importante que la persona que desempeñe esta función aparte de que pueda ser el responsable del departamento de desarrollo de productos, tenga un amplio conocimiento global del proceso de producción, debido a que los principales "ecodiseños" en el perfil de empresa estudiada se centran en mejoras e introducción de criterios ambientales en los procesos productivos (ecodiseño de proceso).
- Gran capacidad de decisión. Las estrategias de cambio en el tipo de ecodiseños que se plantearán necesitarán de la toma de decisiones muy importantes y en algún caso con un alto grado de innovación (ej.: sustitución de materias primas tradicionalmente usadas, elección de proveedores; adquisición de nueva tecnología, reestructuración de líneas de producción, procedimientos de soldadura, etc).
- Equipo multidisciplinar. Se van a considerar requisitos muy variados relativos a calidad del producto, política de suministradores, etc.. es importante incorporar a personas con un amplio y actualizado conocimiento de la exigencia medioambiental de la legislación y del cliente. Se aconseja la participación de personas representantes de la empresa en los Foros Medioambientales (ej.: Cámaras de Comercio) marco de discusión y establecimiento de políticas medioambientales muy útiles para la priorización de actuaciones en la fase de selección de ideas.



## 2.2. Selección del Producto

Los criterios de selección de un producto son específicos para cada empresa, pero como norma general se han de seguir las siguientes pautas:

- El producto y/o proceso ha de tener un número de grados de libertad suficiente que permita su modificación;
- El producto ha de ser preferentemente aquel que se vea mayormente afectado por los factores motivantes de ecodiseño para la empresa;

## 2.3. Factores Motivantes Externos para el Ecodiseño

Las razones para la aplicación del Ecodiseño surgirán del análisis de las fortalezas y debilidades de la empresa y las oportunidades y amenazas presentes en el mercado. Estas razones pueden hacer dividir los factores motivantes en dos tipos:

- Factores Motivantes Externos;
- Factores Motivantes Internos;

Una de las conclusiones obtenidas como resultado de los estudios llevados a cabo en el marco del proyecto ECODISEM es que los factores motivantes para introducir criterios medioambientales en las empresas del sector en estudio son principalmente externos y que no se detectan necesidades de iniciar procesos de ecodiseño como resultado de factores motivantes internos.

Existe el caso del factor motivante “reducción de costes” que induce a muchas empresas a introducir ecodiseños en procesos desde el punto de vista de la eficiencia energética. Aunque efectivamente estamos hablando de una sustancial mejora medioambiental tal y como veremos más adelante, la visión de la empresa no es tal y enfoca esta actuación fuera del ámbito de actuación medioambiental.

Es interesante resaltar que los productos fabricados en el tipo de empresas estudiadas no llegan al consumidor final, es decir, son productos intermedios a incorporar en conjuntos globales finales que sí llegan al consumidor (ej.: vehículos, construcción, etc..) por lo que aspectos como mejora de la imagen del producto y de la empresa, sentido de la responsabilidad medioambiental, etc.. no tienen todavía el peso suficiente para provocar la realización de ecodiseños.

Los principales factores motivantes son en su mayoría externos y aglutinan la respuesta a los siguientes factores:



- Administración (legislación y regulación);
- Demandas de Clientes;

### 2.3.1. Administración (Legislación y Regulación)

Son dos las vertientes legislativas que están incentivando la introducción de requisitos medioambientales en el diseño de productos y/o procesos en el sector metalmeccánico. A continuación pasaremos a presentar brevemente cada una de ellas.

#### **Real Decreto 1383/2002, de 20 de diciembre, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil**

De manera gráfica expondremos el contenido y aspectos más destacables de esta disposición legal de relativa reciente aparición y que está introduciendo una obligada mejora medioambiental del sector automoción y la introducción de los requisitos medioambientales en el ecodiseño de los vehículos y sus componentes.

### Objeto y ámbito de aplicación

- Establecer medidas para prevenir la generación de residuos procedentes de los vehículos, regular su recogida y descontaminación al final de su vida útil con la finalidad de mejorar la eficacia de la protección ambiental a lo largo del **ciclo de vida** de los vehículos.
- Se excluyen los vehículos de época o históricos, con valor de colección o destinados a museos, en funcionamiento o por piezas




**Fuente:** Elaboración propia





## Medidas de Prevención

- Limitar el uso de sustancias peligrosas. Queda prohibida la utilización de plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente. (después del 1 de julio 2003)  Ver anexo II
- Diseñar y fabricar los vehículos y los elementos de forma que se facilite el desmontaje, la descontaminación, la reutilización y la valoración y se integre en los nuevos modelos componentes reciclados.
- Uso de normas de codificación que permitan la identificación de los componentes que puedan ser reutilizados o valorizados
- Informar a los gestores de vehículos al final de su vida útil de la localización y componentes de sustancias peligrosas.

## Medidas de Prevención

- Informar a los consumidores sobre, los criterios de protección del medioambiente en fase de diseño y fabricación de vehículo. Esta información se recogerá en material publicitario que se utilice en la comercialización de los vehículos



## Objetivos de reutilización, reciclado, y valorización

- Para el 1 de enero 2006, como mínimo:
  - 85% del peso medio por vehículo y año reutilizará o valorizará ➡
  - 80% del peso medio por vehículo y año reutilizará y reciclará ➡
- Para el 1 de enero 2015, como mínimo:
  - 95% del peso medio por vehículo y año reutilizará y valorizará ➡
  - 85% del peso medio por vehículo y año reutilizará y reciclará ➡

### Directiva de Productos de la Construcción y Código Técnico de la Edificación

Las Directivas de Productos de Construcción (Directivas 89/106/CEE y 93/68/CEE) y la Ley de Ordenación de la Edificación (vigente desde el día 6 de Mayo de 2000), articulan un marco legislativo novedoso, donde la intervención de diferentes agentes y las responsabilidades derivadas para cada uno de ellos conduce a una premisa principal: el desarrollo de productos innovadores que permitan acreditar el cumplimiento de los requisitos nuevos introducidos.

Estos requisitos, se denominan “prestaciones” y están claramente definidos en el borrador pendiente de aprobación del “Código Técnico de la Edificación”, desarrollo legislativo de la Ley de Ordenación de la Edificación.

Estas exigencias incluyen las “prestaciones” que la edificación debe de reunir en diversos campos como son:

- La Higiene, Salud y Protección al Medio Ambiente (HS);
- La Protección frente al Ruido (HR);
- Ahorro de Energía (HE);





## Ley 16/1999 sobre Prevención y Control Integrados de la Contaminación

El objetivo principal que se persigue mediante este texto normativo es aplicar el principio de prevención a las actividades industriales más contaminantes mediante el establecimiento de un sistema de actuación administrativa que permite afrontar la reducción de la contaminación de una forma integrada (considerando todos los efectos sobre el medio ambiente en su conjunto) y no sectorial, como venía ocurriendo hasta ahora, por lo que, afecta sensiblemente a la numerosa legislación ambiental que hasta el momento ha venido regulando de forma sectorial la incidencia ambiental del funcionamiento de las actividades industriales.

Las actividades industriales indicadas en su epígrafe deben especificar los valores límite de emisión de las sustancias contaminantes (especialmente las señaladas en el Anejo III) que puedan ser emitidos por la instalación de forma significativa para cuya determinación se tendrán en cuenta las mejores técnicas disponibles (BATs) pero sin que pueda exigirse la utilización de una tecnología concreta. La UE podrá fijar valores límites de emisión comunitarios y si ello no ocurre, los valores límites de emisión serán fijados por los Estados miembros, pero teniendo en cuenta que, en tal caso, los valores límites de emisión ya previstos en diversas Directivas actualmente en vigor serán considerados como valores mínimos.

Se establece un intercambio de información entre los Estados miembros (y entre éstos y las industrias afectadas) en relación con los valores límite de emisión que se estén exigiendo, las mejores técnicas disponibles de las que se deriven tales valores y las medidas de control aplicadas, a cuyos efectos se elaborará un inventario de las principales fuentes de emisión de contaminantes (EPER).

Categorías de actividades industriales contempladas en esta legislación aplican al Sector Metalmecánico:

- Instalaciones de calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfurado;
- Instalaciones para la producción de fundición o de aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de fundición continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora;
- Instalaciones para la transformación de metales ferrosos:
  - Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero bruto por hora.
  - Forjado con martillos cuya energía de impacto sea superior a 50 kilojulios por martillo y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 MW.



- Aplicación de capas de protección de metal fundido con una capacidad de tratamiento de más de 2 toneladas de acero bruto por hora.
- Fundiciones de metales ferrosos con una capacidad de producción de más de 20 toneladas por día.
- Instalaciones:
  - Para la producción de metales en bruto no ferrosos a partir de minerales, de concentrados o de materias primas secundarias mediante procedimientos metalúrgicos, químicos o electrolíticos.
  - Para la fusión de metales no ferrosos, inclusive la aleación, incluidos los productos de recuperación (refinado, moldeado en fundición) con una capacidad de fusión de más de 4 toneladas para el plomo y el cadmio o 20 toneladas para todos los demás metales, por día.
- Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas o de las líneas completas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m<sup>3</sup>.
- Instalaciones para el tratamiento de superficies de materiales, de objetos o productos con utilización de disolventes orgánicos, en particular para aprestarlos, estamparlos, revestirlos y desengrasarlos, impermeabilizarlos, pegarlos, enlazarlos, limpiarlos o impregnarlos, con una capacidad de consumo de más de 150 kg de disolvente por hora o más de 200 toneladas/año.

### 2.3.2. Demandas de Clientes

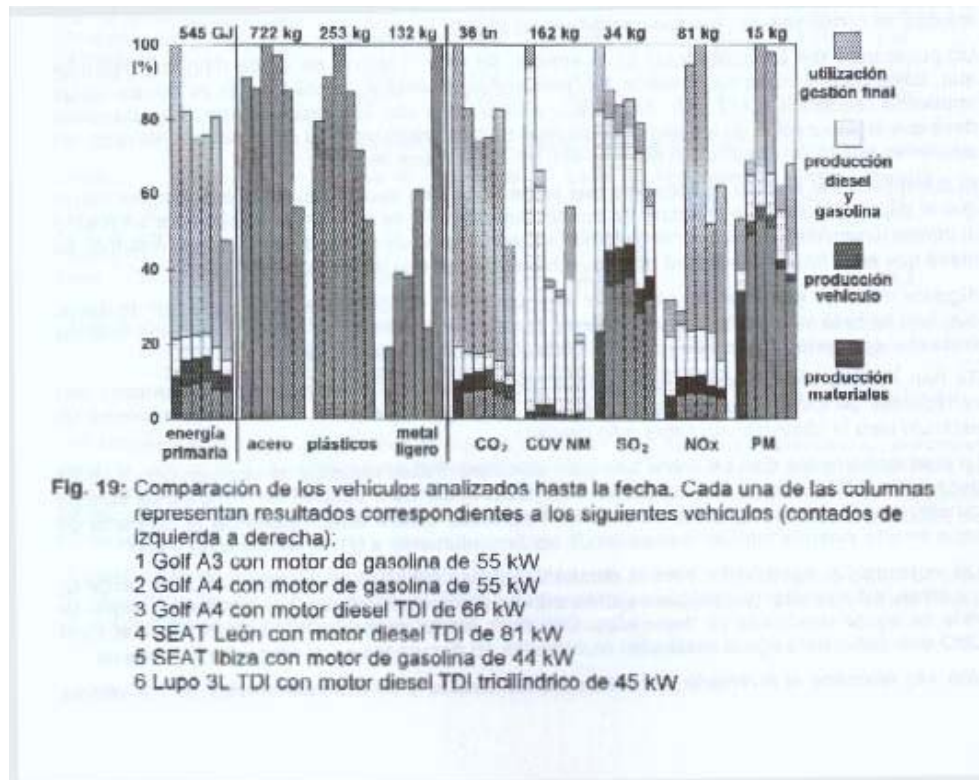
Precisamente en relación a lo anteriormente expuesto se comprueba que los clientes de las empresas de fabricación de componentes de automoción están actuando de manera pro-activa:

- Mejorando y actualizando la información que tienen acerca de la gran diversidad de materiales especialmente desarrollados para la fabricación de automóviles.

Esta información se incluye en una Base de Datos denominada IMDS (International Material Data System) que recoge información detallada sobre la composición detallada de los productos componentes así como de las materias utilizadas.



Con esta información los fabricantes están realizando a su vez Análisis del Ciclo de Vida de sus modelos de vehículos (ej.: inventario del ciclo de vida del SEAT León, Inventario del ciclo de vida del SEAT Ibiza, etc.)



Fuente: “Análisis del Ciclo de Vida del SEAT León”. SEAT 2.001

- Fomentando el uso de materiales reciclados;
- Diseño modular: facilita el montaje/desmontaje;
- Diseño orientado al reciclaje;
- Algunos fabricantes exigen a sus suministradores datos de cargas ambientales correspondientes al Ciclo de Vida de sus materias primas y componentes;
- Algunos fabricantes exigen a sus proveedores la certificación según ISO 14001 o EMAS

En relación con las disposiciones legales para la fabricación de productos metalmecánicos para el sector construcción los Responsables de Obra exigirán a los contratistas la puesta en obra de productos que garanticen el cumplimiento de las prestaciones definidas en materia de Protección al Medio Ambiente, Protección frente al Ruido y Ahorro de Energía.



### 3. DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Una de las fases más determinantes del proyecto de Ecodiseño es obtener una perspectiva general de los aspectos del producto/proceso que causen mayores impactos medioambientales, para así identificar las prioridades para la realización de mejoras.

Para la obtención de esta perspectiva general no basta con estudiar sólo el producto físico, sino que se requiere una visión del sistema de producto/sistema de proceso en su conjunto.

Los **aspectos medioambientales** según la Norma ISO 14001 son “elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el Medio Ambiente”. Están asociados por tanto directamente al producto.

Los **impactos medioambientales** son “cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante en todo o en parte de las actividades, productos y servicios de una organización”. Está asociado por tanto directamente al medio ambiente global.

Es por tanto de urgente necesidad en el proyecto de ecodiseño, identificar los aspectos medioambientales concretos de los productos para tratar de optimizarlos.

Esta Guía de Ecodiseño para el Sector Metalmecánico introduce la identificación de los aspectos medioambientales realizada a través de los cinco Análisis del Ciclo de Vida realizados en su fase previa.

Existen varios métodos, cualitativos y cuantitativos, para analizar el perfil ambiental del producto y establecer prioridades ambientales. Todos los métodos se basan en el Análisis del Ciclo de Vida, lo que significa que estos métodos analizan todas las fases del Ciclo de Vida del producto en cuanto a los aspectos medioambientales del producto en cada una. Los objetivos de utilización de estos métodos son:

- Obtener una perspectiva general de los principales aspectos medioambientales del producto durante todo su ciclo de vida;
- Identificar las prioridades ambientales que se tratarán durante el proceso de ecodiseño.

Aunque todos los métodos están dirigidos al cumplimiento de estos objetivos, unos y otros varían en cuanto a complejidad, coste económico, consumo de tiempo para su utilización e información necesaria. A continuación se analizan brevemente los métodos que consideramos más interesantes.



### 3.1. Matriz MET

La matriz MET (uso de **M**ateriales- uso de **E**nergía-salida de emisiones **T**óxicas) es un método cualitativo o semicualitativo que sirve para obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de Vida del producto. Proporciona asimismo una primera indicación de los aspectos para los que se precisa de información adicional.

Se trata de una herramienta cualitativa o semicualitativa porque a pesar de manejar cantidades, la priorización de aspectos medioambientales propiamente dicha es cualitativa y se basa en conocimientos ambientales y no en cifras o resultados.

### 3.2. Ecoindicadores

El Eco-indicador es una herramienta cuantitativa de fácil manejo. Es más precisa que la matriz MET a la hora de priorizar los principales aspectos medioambientales del producto en su Ciclo de Vida. Es cuantitativa porque la priorización se basa en cálculos numéricos.

Los Ecoindicadores son el resultado de un proyecto desarrollado por un equipo multidisciplinar formado por industrias punteras de diferentes sectores, científicos de centros de investigación independientes y el gobierno holandés. Su objetivo era el intentar conseguir evaluar el impacto ambiental que sobre el medio ambiente ejerce la actividad industrial, centrándose en el impacto sobre el ecosistema, los recursos y la salud humana a nivel europeo.

Así se tuvieron en cuenta impactos tales como: el efecto invernadero, la reducción de la capa de ozono, la lluvia ácida, la disminución de los recursos naturales, la disminución de la biodiversidad y el smog.

Como resultado se obtuvieron unas tablas de valores numéricos que expresan el impacto ambiental en función de la cantidad o el volumen de cada material o proceso. Estos valores vienen expresados en una unidad propia llamada milipuntos (mPt) no comparable con ninguna otra unidad de medida tradicional.

### 3.3. Herramientas Software para el Análisis del Ciclo de Vida (LCA o ACV).

Existen multitud de programas software para la realización de Análisis del Ciclo de Vida detallados:

- Eco-it;
- Ecoscan;
- SimaPro;
- Team;



- Idemat;
- GaBi;

Es interesante hacer uso de las herramientas software debido a que:

- Permiten fundamentar la priorización ambiental en cifras (cuantitativamente);
- Permiten comparar los aspectos medioambientales de diferentes alternativas de un mismo producto (ACV's comparativos);
- Analizan productos excesivamente complejos o formados por subsistemas comunes a varios productos;
- Permiten realizar la valoración ambiental de los aspectos medioambientales de forma periódica, ya que una vez introducidos los datos, los cálculos se repiten de forma rápida y segura.

Para la identificación de los aspectos medioambientales de los productos y procesos analizados en este estudio el equipo técnico utilizó el software LCA denominado SimaPro en su versión 5.1.

Este software desarrollado por Pre-Consultants incluye diferentes bases de datos y métodos de valoración como los eco-indicadores en su versión 95 y 99.

### **3.4. Identificación de los Aspectos Medioambientales en Productos/Procesos del Sector Metalmecánico.**

En este punto se facilita la identificación de los aspectos medioambientales al equipo de ecodiseño que haga uso de esta guía. Esta identificación recoge los resultados obtenidos en la realización de cinco Análisis del Ciclo de Vida y han permitido identificar los aspectos medioambientales en:

- La fabricación de productos de acero mediante fundición;
- La Fabricación de componentes mecánicos (operaciones de estampación, recorte, soldadura y mecanizado);
- El tratamiento superficial de piezas mecánicas mediante electrodeposición (cataforesis).

Analizaremos por separado los aspectos medioambientales identificados y su interacción con las categorías de impacto elegidas del conjunto de métodos incluidos en el software de LCA (Life Cycle Analysis).





### 3.4.1. Fabricación de Productos de Acero mediante Fundición

Las entradas más relevantes en los procesos de fundición son los consumos de materias primas como lingotes de hierro, chatarra, vidrio, minerales (dolomita), cal, material refractario, estaño, ferroaleaciones, arena de sílice, bentonita, carbón, compuestos químicos (aminas, resinas, inoculantes), muelas de esmeril, oxígeno líquido y los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica.

Las salidas en forma de emisiones incluyen emisiones al aire de partículas, dióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Los residuos generados son escorias, restos de material refractario, derrames de arena, envases vacíos de productos químicos, residuos de embalaje (madera, papel y plástico), finos de granallado, finos de esmerilado, y finos de depuración de gases.

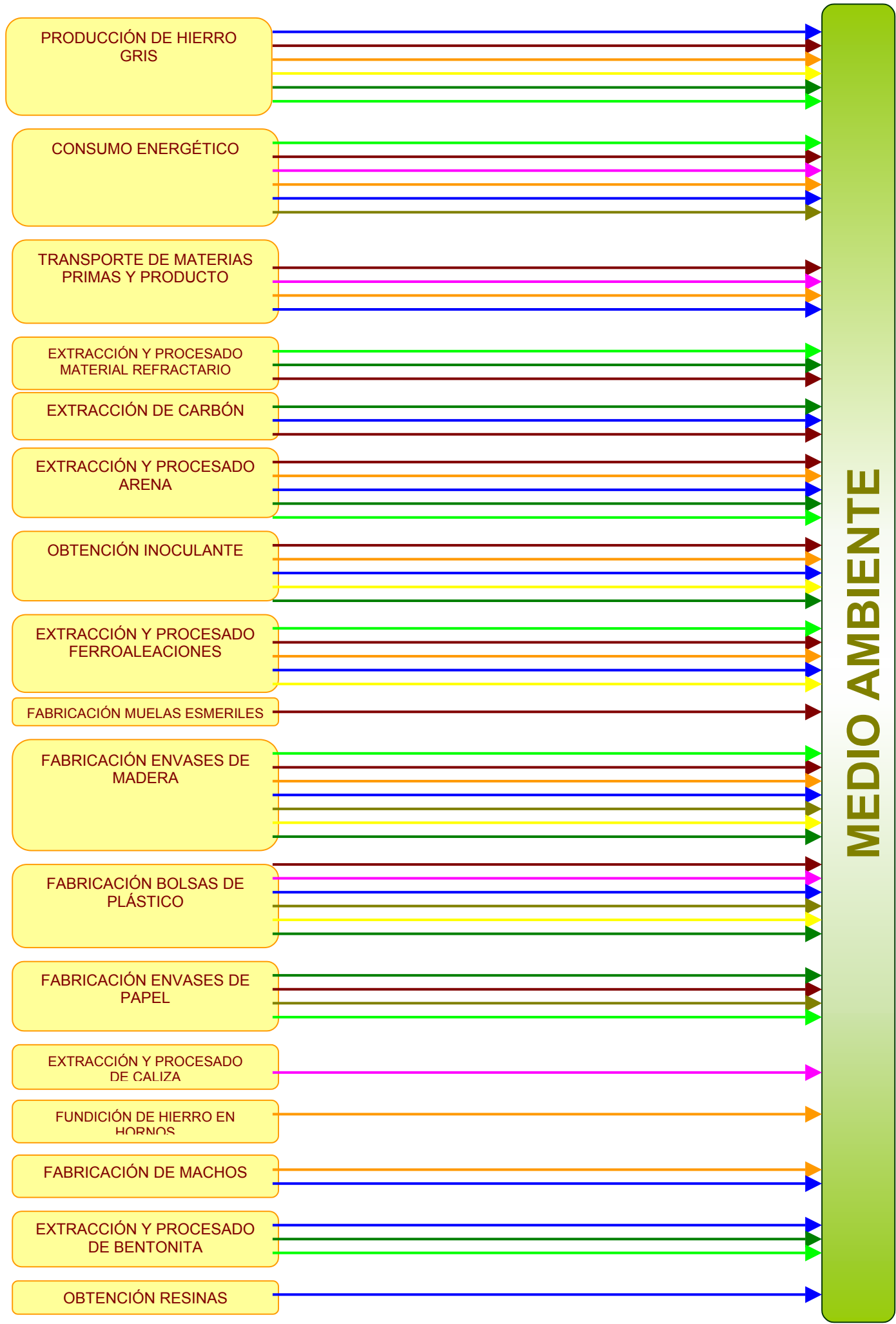
El análisis del ciclo de vida realizado mediante el software LCA ha permitido identificar y cuantificar la contribución a las categorías de impacto de la fabricación, transporte y consumos energéticos para la obtención de las materias primas; las cargas ambientales ligadas a los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica y las cargas ambientales ligadas a la generación de emisiones al aire y gestión de los tipos de residuos producidos.

El impacto ambiental ligado a la fundición es muy significativo y ligado principalmente a las emisiones gaseosas producidas y a la generación de residuos en enormes cantidades, donde una cantidad considerable se tipifican como peligrosos.

Los vertidos líquidos no presentan una problemática en el sector de las fundiciones férreas.

Las etapas críticas en cuanto a la problemática ambiental son las de fusión, machería, moldeo y operaciones de acabado.

En la gráfica que se muestra a continuación se pueden observar las principales interacciones entre los aspectos medioambientales más importantes identificados y las categorías de impacto escogidas.





### 3.4.2. Fabricación de Componentes Mecánicos

Las entradas más relevantes en los procesos de fabricación de componentes mecánicos son los consumos de materias primas como perfiles y láminas de acero, aceites de corte, aceites lubricantes, gases de protección de soldadura, electrodos, desengrasantes, antiespumantes, floculantes, antioxidantes, lijas y los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica.

Las salidas en forma de emisiones incluyen emisiones al aire de partículas, dióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Los residuos generados son chatarra de hierro, virutas impregnadas de aceite, residuos de envases de hojalata, de plástico y cartón, restos de embalajes de madera, lodos residuales de proceso y taladrinas agotadas.

El análisis del ciclo de vida realizado mediante el software LCA ha permitido identificar y cuantificar la contribución a las categorías de impacto de la fabricación, transporte y consumos energéticos para la obtención de las materias primas y productos auxiliares; las cargas ambientales ligadas a los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica y las cargas ambientales ligadas a la generación de emisiones al aire y gestión de los tipos de residuos producidos.

Las operaciones más comúnmente realizadas son estampaciones, recortes, lijados, soldaduras, lavados y mecanizados.

El impacto medioambiental mayor se centra en las operaciones de soldadura (fases de ensamblaje) ligado a las generaciones de partículas y humos de soldadura y a las cargas ambientales derivadas de la fabricación de los gases de protección y electrodos.

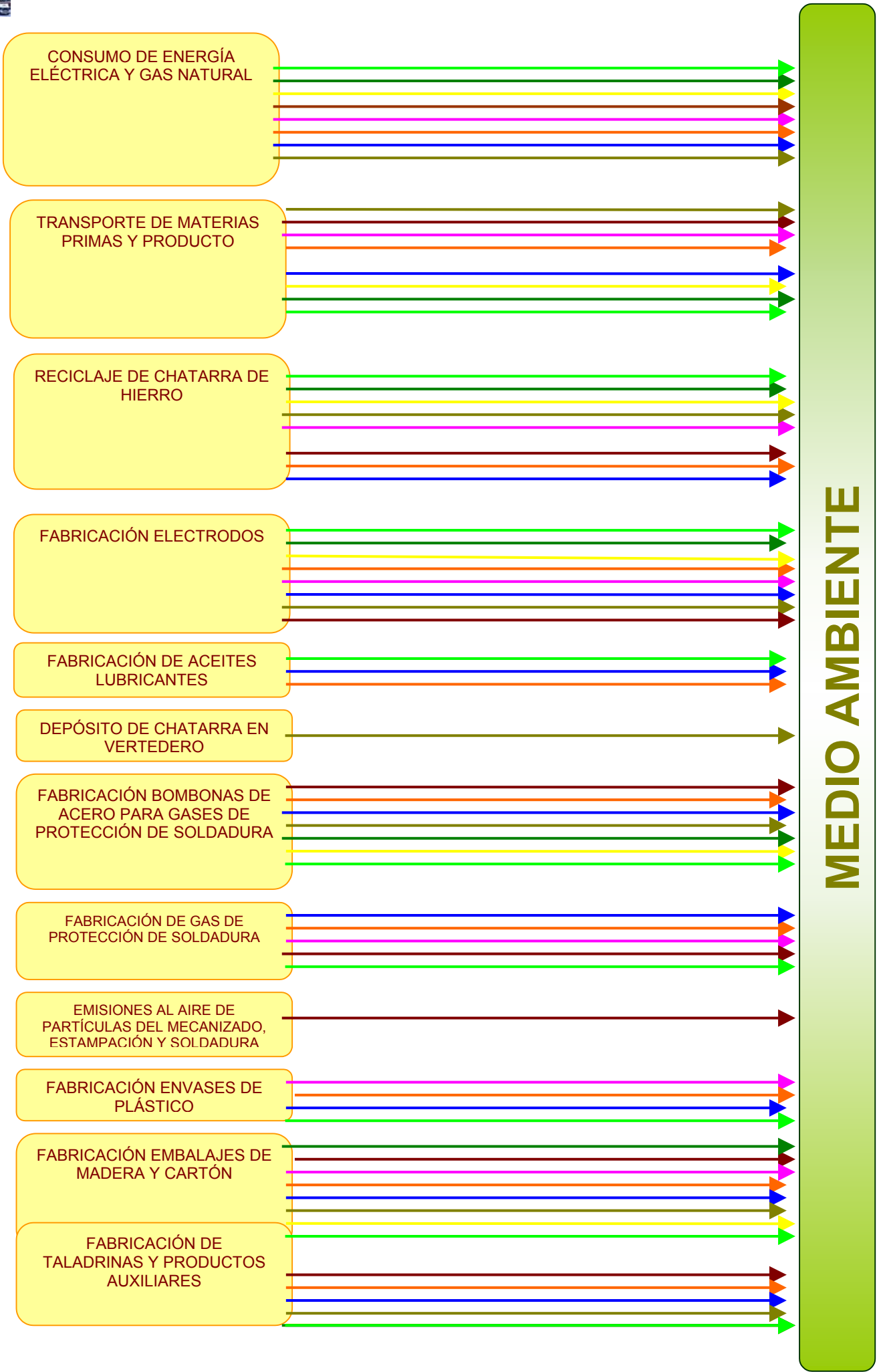
Las operaciones de mecanizado generan importantes cantidades de residuos peligrosos sobre todo taladrinas agotadas y virutas impregnadas de aceite.

Se generan importantes cantidades de chatarra de hierro sin embargo la adecuada gestión de este residuo mediante su entrega a gestor autorizado contribuye a minimizar los impactos derivados de este aspecto medioambiental.

Los vertidos líquidos no presentan una problemática en este tipo de actividades industriales puesto que los que tienen alto contenido en compuesto tóxicos se depuran y los lodos de depuración se entregan a un gestor autorizado lo mismo que aguas de limpieza residuales.

Es muy importante el impacto derivado de los elevados consumos energéticos de las máquinas de proceso así como el impacto ambiental derivado de los transportes de las materias primas y compuestos auxiliares a las fábricas.

En la gráfica que se muestra a continuación se pueden observar las principales interacciones entre los aspectos medioambientales más importantes identificados y las categorías de impacto escogidas.





### 3.4.3. Tratamiento Superficial de Piezas Metálicas

Las entradas más relevantes en los procesos de tratamiento superficial de piezas metálicas son los consumos de productos químicos y los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica.

Las salidas en forma de emisiones incluyen emisiones al aire de COV's, dióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Los residuos generados son lodos aceitosos, residuos de envases de plástico y cartón, lodos residuales de proceso y lodos de depuración.

Los vertidos líquidos, que tienen alto contenido en compuesto tóxicos, y las aguas de limpieza residuales se depuran y los lodos de depuración se entregan a un gestor autorizado.

El análisis del ciclo de vida realizado mediante el software LCA ha permitido identificar y cuantificar la contribución a las categorías de impacto de la fabricación, transporte y consumos energéticos para la obtención de los productos químicos auxiliares; las cargas ambientales ligadas a los consumos de gas natural, agua y energía eléctrica y las cargas ambientales ligadas a la generación de emisiones al aire y gestión de los tipos de residuos producidos.

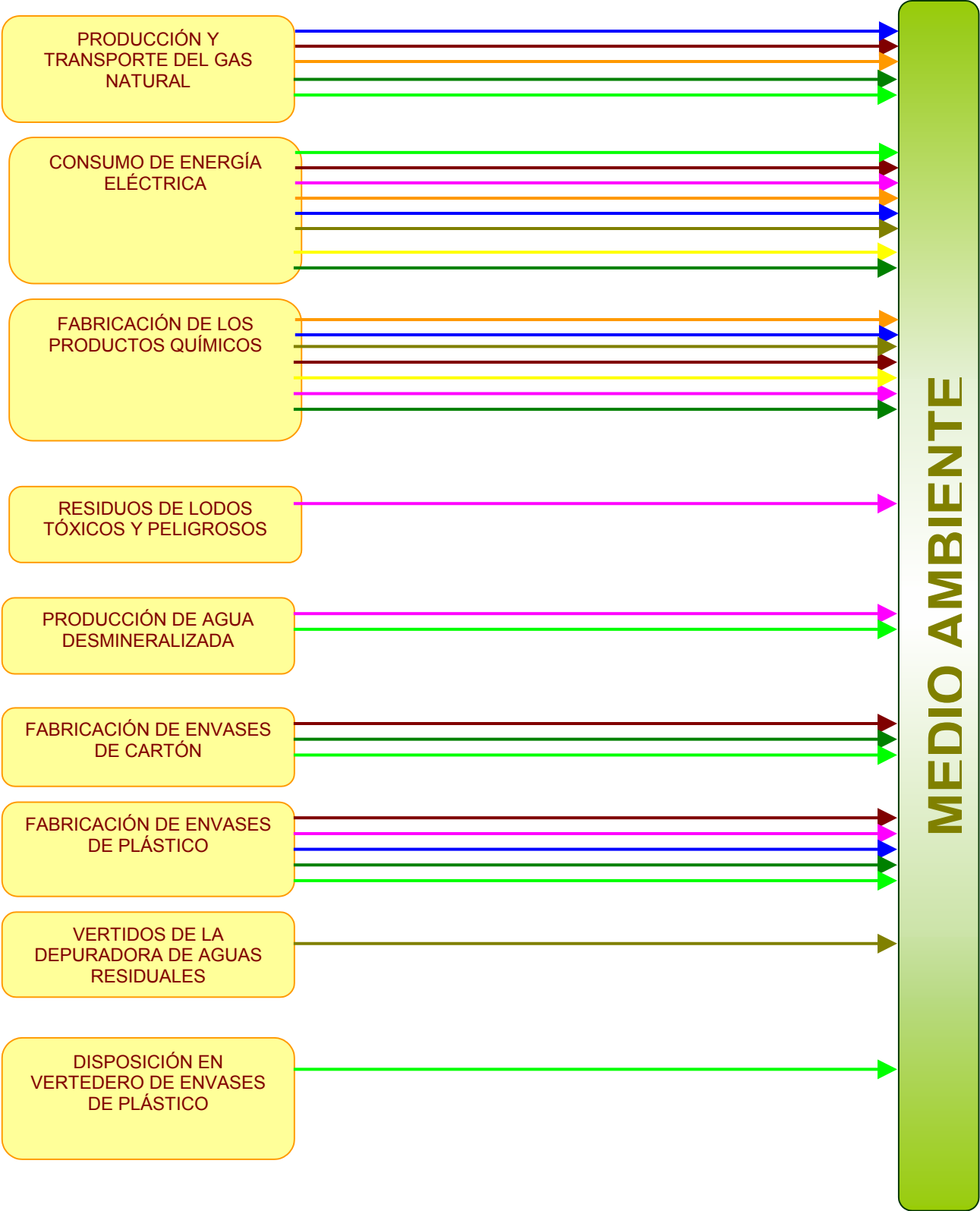
Las operaciones más comúnmente realizadas son desengrasado, pasivados y/o fosfatados, pintado por cataforesis y secado (polimerizado) en hornos.

El impacto medioambiental mayor se centra en la fabricación de los compuestos químicos auxiliares consumidos en las líneas de tratamiento y en los equipos de obtención de agua desmineralizada y depuradora de aguas residuales.

Los elevados consumos de gas natural contribuyen a que todas las cargas ambientales ligadas a la obtención y distribución del gas natural contribuyan a las categorías de impacto de manera muy importante.

Se generan importantes cantidades de residuos tipificados como peligrosos, sobre todo lodos de proceso y depuración que son gestionados de manera adecuada según la legislación vigente pero que acaban generando impactos debido a las operaciones de inertización necesarias para su final depósito final en vertedero.

En la gráfica que se muestra a continuación se pueden observar las principales interacciones entre los aspectos medioambientales más importantes identificados y las categorías de impacto escogidas.



	Calentamiento Global		Eutrofización		Smog Invernal
	Destrucción de la capa de Ozono		Toxicidad por Metales Pesados		Smog Fotoquímico
	Acidificación		Toxicidad por Sustancias Cancerígenas		





#### 4. GENERACIÓN, SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS IDEAS DE MEJORA

En esta fase se procede a la selección, análisis y priorización de las ideas de mejora centrándose en aquellas que se refieran a los aspectos medioambientales identificados como principales o se dirijan al cumplimiento de los factores motivantes de la empresa para desarrollar el Ecodiseño.

La generación de ideas es un proceso creativo para el que existen diferentes técnicas, las que se enumeran a continuación son técnicas conocidas por los equipos tradicionales de diseño e innovación de productos:

- Brainstorming;
- Ideation/triz;
- Taguchi

El brainstorming se aproxima más a los objetivos del ecodiseño puesto que involucra y conecta diferentes departamentos de la empresa.

Las ideas de mejora medioambiental sugeridas pueden clasificarse y englobarse en 8 Estrategias de Mejora relacionadas a su vez con las diferentes etapas del Ciclo de Vida del Producto.

Sólo la última de ellas, “optimizar la función” supone una estrategia de cambio radical que requiere cambiar el concepto del producto o servicio, supone analizar las diferentes necesidades que el producto o servicio cubre e idear otras formas medioambientalmente más correctas para proporcionar o cubrir dichas necesidades.

La Tabla que aparece a continuación presenta las 8 Estrategias de Mejora indicando cuales de ellas resultan prioritarias en las diferentes actividades llevadas a cabo en el sector industrial estudiado.



		Estrategias de Mejora	Tipos de Medidas Asociadas	Actividades que deben priorizar esta Estrategia
Obtención y Consumo de Materiales y Componentes		<b>1. Seleccionar materiales de bajo impacto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Materiales más limpios;</li> <li>➤ Materiales renovables;</li> <li>➤ Materiales de menor contenido de energía;</li> <li>➤ Materiales reciclados;</li> <li>➤ Materiales reciclables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FUNDICIÓN</li> <li>➤ TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</li> <li>➤ FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS</li> </ul>
		<b>2. Reducir el uso de material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reducción del peso;</li> <li>➤ Reducción del volumen (de transporte);</li> <li>➤ Ajustar las concentraciones de uso (productos químicos), catalizadores, reguladores, etc.;</li> <li>➤ Evitar derrames y pérdidas por transporte;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</li> <li>➤ FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS</li> </ul>
Producción en Fábrica		<b>3. Seleccionar Técnicas de Producción Ambientalmente eficaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Técnicas de Producción alternativas;</li> <li>➤ Minimizar consumos energéticos;</li> <li>➤ Minimizar generación de residuos.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FUNDICIÓN</li> <li>➤ FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS</li> </ul>
Distribución		<b>4. Seleccionar Formas de Distribución ambientalmente eficientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Envases: menos/más limpios/reutilizables;;</li> <li>➤ Modos de Transporte eficiente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FUNDICIÓN</li> <li>➤ FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS</li> </ul>
Uso o Utilización		<b>5. Reducir el Impacto Ambiental en la Fase de Utilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menor consumo de energía;</li> <li>➤ Fuentes de Energía más Limpias);</li> <li>➤ Menor necesidad de consumibles.;</li> <li>➤ Consumibles más limpios;</li> <li>➤ Evitar derroche de energía/consumibles.;</li> </ul>	POCA APLICABILIDAD EN LAS ACTIVIDADES ESTUDIADAS
Sistema de Fin de Vida Eliminación Final		<b>6. Optimizar el Ciclo de Vida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fiabilidad y durabilidad;</li> <li>➤ Mantenimiento y Reparación más fácil;</li> <li>➤ Estructura modular del producto.;</li> </ul>	FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS
		<b>7. Optimizar el Sistema de Fin de Vida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reutilización del Producto;</li> <li>➤ Reciclado de Materiales;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FUNDICIÓN</li> <li>➤ FABRICACIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS</li> </ul>
Nuevas Ideas de Producto		<b>7. Optimizar la Función</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uso compartido del Producto;</li> <li>➤ Integración de Funciones);</li> <li>➤ Optimización funcional del Producto;</li> <li>➤ Sustitución del Producto por un Servicio.</li> </ul>	POCA APLICABILIDAD EN LAS ACTIVIDADES ESTUDIADAS



## 5. DESARROLLO DE CONCEPTOS

El objetivo de esta fase es elaborar un pliego de condiciones técnico-ambiental y generar, a través de éste, una serie de alternativas del proceso/producto en estudio.

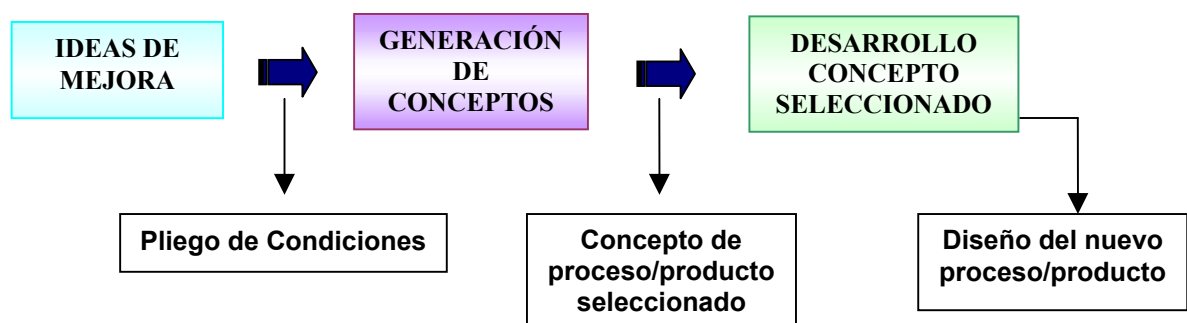
### 5.1. Introducción al desarrollo de conceptos

En la etapa 4 se han propuesto ideas de mejora ambiental, seleccionándose las de mayor importancia a corto y largo plazo, teniendo en cuenta los factores que han motivado el ecodiseño y las ventajas esperadas con la realización de éste.

De esta manera se puede decir que esta etapa es el inicio de la fase de desarrollo de un nuevo proceso / producto.

Las ideas aportadas en la etapa 4 marcan los nuevos requisitos en el diseño del proceso/producto. Estos requisitos deberán ser incluidos en el pliego de condiciones a desarrollar en esta etapa, lo que deberá generar ideas y soluciones, de manera general, sobre el nuevo proceso/producto, que cumplan las especificaciones indicadas en el pliego de condiciones elaborado.

El estudio de todas las ideas y soluciones aportadas implica un gran número de posibilidades a estudiar, por lo que en la evaluación de estas ideas se utilizarán criterios de convergencia incluyendo también criterios medioambientales. La solución elegida deberá ser desarrollada en mayor detalle en la fase 6.



Las principales diferencias en esta etapa entre un proyecto de ecodiseño y uno convencional, son la utilización de criterios medioambientales, ecoindicadores, etc..



## 5.2. Redacción del pliego de condiciones

En la redacción del pliego de condiciones no sólo se tendrán en cuenta las especificaciones medioambientales del nuevo proceso/producto, sino que habrán de contemplarse, además de estas, las especificaciones técnicas, económicas, etc..

## 5.3. Generación de nuevos conceptos

Como se ha visto hasta ahora, el objetivo de esta etapa no es otro que realizar un diseño preliminar del proceso/producto. Cabe resaltar, la importancia que en esta etapa tienen todos los departamentos de la empresa que se vean afectados por este nuevo diseño (comercial, fabricación, compras, etc.), por lo que para el buen desarrollo de éste se hacen necesarias reuniones periódicas de los distintos departamentos implicados con el departamento técnico encargado del diseño, con el fin de recopilar toda la información necesaria para la realización de un diseño adecuado a las necesidades de la empresa.

## 5.4. Selección del concepto del proceso/producto

Se ha mencionado anteriormente la conveniencia de disponer de distintas soluciones e ideas para un mismo diseño de proceso/producto. En esta fase será necesaria la evaluación de éstas, cuyo objetivo no será otro que la elección de un diseño final. En esta fase habrá de contemplarse la posibilidad de combinar los mejores elementos de cada solución o idea en uno solo.

Para realizar la evaluación de las distintas soluciones aportadas, es de gran utilidad la elaboración de cuadros de valoración, en los que a la hora de puntuar habrá de contemplarse el grado de proximidad de las soluciones propuestas a los criterios reflejados en el pliego de condiciones. Por otro lado la valoración medioambiental podrá apoyarse en las herramientas utilizadas en la etapa 3 para el análisis de aspectos ambientales.



## 6. DETALLE DEL PROCESO/PRODUCTO

### 6.1. Introducción a la definición en detalle del nuevo proceso/producto

Seleccionada el concepto en la etapa 5, esta etapa tiene por objeto su definición detallada, donde deberán definirse procesos de producción, materiales, dimensiones, etc..

Como se ha podido ver anteriormente para la realización del diseño definitivo no sólo se tendrán en cuenta factores técnicos, económicos, etc., sino que habrán de valorarse los aspectos medioambientales, hecho diferenciador de este tipo de diseño con los procesos de desarrollo convencionales.

### 6.2. Definición del proceso/producto en detalle

El objetivo de esta etapa es la obtención de un diseño definitivo del proceso/producto, el detalle de este diseño final deberá ser tal que permita de una manera casi definitiva el desarrollo o fabricación del proceso/producto, y su posterior incursión en el mercado.

Primeramente habrán de definirse de una manera más exacta las características del concepto seleccionado determinando los aspectos medioambientales, la funcionalidad, costes, etc. Como resultado se obtendrán los planos preliminares donde se muestren las principales características.

A continuación se definirán de manera exacta las dimensiones, materiales, tolerancias, etc., obteniéndose planos de conjunto y de detalle de cada uno de los componentes que entren a formar parte del nuevo diseño.

Para obtener un buen diseño desde el punto de vista ambiental el equipo técnico encargado del diseño puede ayudarse de ecoindicadores o de algún tipo de software, para poder valorar de manera objetiva los diferentes tipos de procesos y materiales.

### 6.3. Selección de detalles del proceso/producto

En la elaboración del diseño de detalle se pueden presentar diferentes soluciones, en cada una de estas será de utilidad realizar un cuadro comparativo de las distintas opciones, pudiendo ser parámetros de importancia a la hora de tomar la decisión final el coste del producto final, la opinión de los usuarios finales, los valores obtenidos de los diferentes ecoindicadores o la viabilidad de las pruebas realizadas con diferentes prototipos.



## 7. PLAN DE ACCIÓN

En esta etapa se pretende establecer un plan de acción relativo a las mejoras medioambientales introducidas en el proceso/producto a medio y largo plazo, ya que las mejoras a corto plazo se supone que ya se han realizado.

### 7.1. Introducción al establecimiento de un plan de acción

Con la elaboración de un plan de acción se pretende integrar definitivamente los criterios de ecodiseño entre las herramientas utilizadas para el diseño, así como las herramientas de gestión (ISO 9001, ISO 14001, etc.) en el sistema de trabajo de la empresa.

La **Norma UNE 150301:2003** tiene por objeto proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo de productos y/o servicios que sea efectivo; que pueda ser integrado con otros requisitos de gestión (principalmente los establecidos por las Normas UNE-EN-ISO 9001:2000 y UNE-EN ISO 14001) y que pueda ser certificado por agentes externos a la organización.

La inclusión de estos nuevos elementos en la sistemática de trabajo de la empresa ha de hacerse de manera gradual y ordenada, ya que de otra manera puede que alguna de las medidas no llegue nunca a ser implantada.

Para evitar esta situación es recomendable establecer un plan de acción a nivel de proceso/producto para garantizar que las medidas adoptadas en relación a dicho proceso/producto puedan ser finalmente implantadas y un plan de acción a nivel de empresa para conseguir involucrar a los diferentes departamentos afectados de la empresa, garantizando de esta manera que se sigan desarrollando procesos/productos utilizando criterios medioambientales.

### 7.2. Plan de acción proceso/producto a medio y largo plazo

Este plan de acción pretende recoger todas las medidas de mejora seleccionadas en la etapa 4, así como todas las acciones expuestas en las etapas 5 y 6, que aún no han sido implantadas. En este plan de acción deberán recogerse plazos de implantación, acciones necesarias, personas responsables, etc.

### 7.3. Plan de acción a nivel de empresa

Realizado el primer proyecto de ecodiseño, es conveniente reflexionar sobre que herramientas y métodos de los utilizados para elaborar ese trabajo, son interesantes para la empresa, para su posterior integración en los procesos de diseño de nuevos procesos/productos.





Mediante la implantación de la **Norma UNE 150301:2003** la organización ha integrado una sistemática para identificar, controlar y mejorar de manera continua los aspectos medioambientales de todos sus productos y/o servicios, de modo que le permita adaptarse progresivamente a los avances de la técnica.

## 8. EVALUACIÓN

El objetivo de esta etapa es realizar una evaluación de los resultados obtenidos en el proyecto de ecodiseño, con el fin de obtener unas conclusiones que permitan transmitir los resultados medioambientales externa e internamente de manera periódica.

### 8.1 Razones para la evaluación

La evaluación de un proyecto de ecodiseño permite comprobar en que medida se han cumplido o mejorado los factores motivantes que han empujado a la empresa a realizar el proyecto y establecer sistemas para obtener el máximo rendimiento de las mejoras introducidas.

### 8.2 Cómo realizar la evaluación

Existen múltiples y diversas maneras de evaluar un proyecto de ecodiseño, lo importante es la integración del método elegido en los procesos habituales de evaluación y valoración de proyectos de la empresa.

De manera orientativa aquí se muestran algunos de los criterios que han de tenerse en cuenta al realizar la evaluación:

- Verificar el cumplimiento de lo establecido en el pliego de condiciones, y comparar, siempre que sea posible, los principales aspectos medioambientales entre el nuevo diseño y el de partida.
- Analizar el cumplimiento de los factores motivantes a través de las mejoras medioambientales realizadas.

### 8.3 Aplicaciones de la evaluación

Los resultados de la evaluación pueden utilizarse a nivel interno como elemento de motivación del personal de la empresa, como documentación que sirva para futuros proyectos, etc. Por otra parte también se pueden aprovechar los resultados de la evaluación como elementos de información externa (grupos empresariales, ayuntamientos, entidades financieras, etc.) o bien utilizando estos resultados como “marketing verde” si el medio ambiente es un elemento diferenciador para la empresa.